

Partial translation of P2001-113140

[Title of the Invention] Spiral Wound Membrane Element and
Method of Running the Same

5

[Abstract]

[Subject] To provide a spiral wound membrane element capable
of performing stable filtration running while keeping a high
permeate flux over a long period and a method of running the
same.

10

[Solving Means] A spiral wound membrane element 1 is prepared
with a separation membrane having high back pressure strength.
In back wash reverse filtration, wash water 21 is introduced
from an end of a water collection pipe 5 through a permeate
outlet 14 for performing back wash reverse filtration with a
back pressure of 0.05 to 0.3 MPa. At the same time, raw water
31 is introduced into a first liquid chamber 18 of a pressure
vessel 10 from a raw water inlet 13. The raw water 31 axially
flows through the spiral wound membrane element 1 toward a
second end, so that contaminants separated from the separation
membrane are carried from a first end of the spiral wound
membrane element 1 to the second end by the raw water 31,
discharged into a second liquid chamber 19 along with the wash
water 21 and delivered from the pressure vessel 10 through a
concentrated water outlet 15.

15

20

25

(43)公開日 平成13年 4 月24日(2001. 4. 24)

テ-マ-コ-ト*(参考)
4 D 0 0 6

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 12 頁)

(71)出願人 000003964
日東電工株式会社
大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号

(72)発明者 安藤 雅明
大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東
電工株式会社内

(72)発明者 川島 敏行
大阪府茨木市下穂積 1 丁目 1 番 2 号 日東
電工株式会社内

(74)代理人 100098305
弁理士 福島 祥人

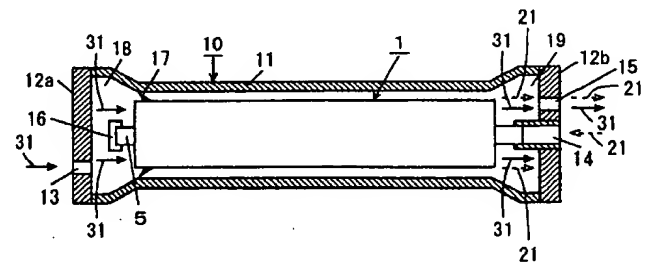
[最終頁に続く](#)

(54) 【発明の名称】 スパイラル型膜エレメントおよびその運転方法

(57) 【要約】

【課題】 長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことができるスパイラル型膜エレメントおよびその運転方法を提供する。

【解決手段】 背圧強度の高い分離膜を用いてスパイラル型膜エレメント１を作製する。逆流洗浄時には、洗浄水２１を透過水出口１４を通して集水管５の端部から導入し、０．０５～０．３ＭＰａの背圧で逆流洗浄を行う。同時に、原水３１を原水入口１３から圧力容器１０の第１の液室１８に導入する。原水３１は、スパイラル型膜エレメント１の内部を他端部へ向かって軸方向に流れ、分離膜から剥離した汚染物質が原水３１によりスパイラル型膜エレメント１の一端部から他端部へ押し流され、洗浄水２１とともに第２の液室１９へ排出され、濃縮水出口１５を通して圧力容器１０の外部へ取り出される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなるスパイラル型膜エレメントにおいて、前記分離膜は多孔性シート材の一面に透過性膜体が接合されてなり、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で逆流洗浄が可能であることを特徴とするスパイラル型膜エレメント。

【請求項2】 有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなるスパイラル型膜エレメントの運転方法において、洗浄時に、前記有孔中空管の少なくとも一方の開10口端から洗浄液を導入して前記スパイラル型膜エレメントの少なくとも一端部から洗浄液を排出させることにより0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で前記分離膜を逆流洗浄することを特徴とするスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項3】 濾過時に前記スパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を供給し、前記洗浄時に前記濾過時の原液供給方向と同方向に前記スパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を流すことを特徴とする請求項2記載のスパイラル型膜エレメントの運転方法。20

【請求項4】 濾過時に前記スパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を供給し、前記洗浄時に前記濾過時の原液供給方向と逆方向に前記スパイラル型膜エレメントの他端部から一端部へ原液を流すことを特徴とする請求項2または3記載のスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【請求項5】 濾過時に前記スパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を供給し、前記洗浄後に前記濾過時の原液供給方向と同方向に前記スパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を流すことを特徴とする請求項2記載のスパイラル型膜エレメントの運転方法。30

【請求項6】 濾過時に前記スパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を供給し、前記洗浄後に前記濾過時の原液供給方向と逆方向に前記スパイラル型膜エレメントの他端部から一端部へ原液を流すことを特徴とする請求項2または3記載のスパイラル型膜エレメントの運転方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、逆浸透膜分離装置、限外濾過膜分離装置、精密濾過膜分離装置等の膜分離装置に用いられるスパイラル型膜エレメントおよびその運転方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、浄水処理および排水処理への膜分離技術の適用が広がり、従来困難であった液質への膜分離技術の応用がなされている。特に、膜分離技術を用いた産業排水の回収および再利用が強く求められている。50

【0003】このような膜分離に使用される膜エレメントの形態としては、単位体積当たりの膜面積（体積効率）の点から中空糸型膜エレメントが多く使用されている。しかし、中空糸型膜エレメントは、膜が折れやすく、膜が折れると、原水が透過水に混ざり、分離性能が低下するという欠点を有している。

【0004】そこで、中空糸型膜エレメントに代えて、スパイラル型膜エレメントを適用することが提案されている。このスパイラル型膜エレメントは、中空糸型膜エレメントと同様に単位体積当たりの膜面積を大きくとれ、しかも分離性能を維持でき、信頼性が高いという利点を有している。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】排水は多くの懸濁物質、コロイド性物質または溶溶性物質を含むため、このような排水に膜分離を行うと、これらの懸濁物質、コロイド性物質または溶溶性物質が汚染物質として膜面に堆積し、水の透過速度の低下を引き起こす。

【0006】膜面への汚染物質の堆積を防止するためには、クロスフロー濾過が行われる。このクロスフロー濾過は、原水を膜面に対して平行に流すことにより、膜面と流体との界面で生じる剪断力を利用して膜面への汚染物質の堆積を防止するものである。また、膜面に堆積した汚染物質を逆流洗浄により取り除く。この逆流洗浄は、中空糸型膜エレメントでは一般的に行われている。

【0007】スパイラル型膜エレメントへの逆流洗浄の適用は、例えば特公平6-98276号公報に提案されている。しかし、従来のスパイラル型膜エレメントの分離膜は、背圧強度が低いため、逆流洗浄において分離膜に背圧が加わると、分離膜が破損するおそれがある。そのため、上記の公報によると、スパイラル型膜エレメントに0.1~0.5kg/cm²（0.01~0.05MPa）という低い背圧で逆流洗浄を行うことが好ましいとされている。

【0008】しかし、本発明者の実験によると、スパイラル型膜エレメントにおいてこのような背圧で逆流洗浄を行った場合、長時間にわたって高い透過流束を維持することはできなかった。

【0009】一方、本発明者は、特開平10-225626号公報に背圧強度が2kgf/cm²以上の分離膜の構造および製造方法を提案している。しかしながら、このような背圧強度を有する分離膜を用いてスパイラル型膜エレメントを作製した場合に、実際にどのような背圧で逆流洗浄を行うことが可能となるか、また、どのような範囲の背圧で逆流洗浄を行った場合に長期間にわたって高い透過流束を維持できるかについては十分に検証されていなかった。

【0010】このような背圧強度の高い分離膜を用いた場合でも、最適な洗浄条件および洗浄方法を適用しなければ、スパイラル型膜エレメントにおいて長期間にわた

って透過流束の低下を生じることなく安定した濾過運転を続けることができない。

【0011】本発明の目的は、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことができるスパイラル型膜エレメントを提供することである。

【0012】本発明の他の目的は、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことができるスパイラル型膜エレメントの運転方法を提供することである。

【0013】

【課題を解決するための手段および発明の効果】本発明に係るスパイラル型膜エレメントは、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなるスパイラル型膜エレメントにおいて、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で逆流洗浄が可能であることを特徴とする。

【0014】本発明に係るスパイラル型膜エレメントにおいては、洗浄時に、洗浄液が有孔中空管の少なくとも一方の開口端から導入される。その洗浄液は、有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、その分離膜を濾過時と逆方向に透過する。それにより、分離膜が逆流洗浄され、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離される。

【0015】この場合、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄することができるので、短時間に必要量の洗浄液を流すことができる。それにより、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することができる。その結果、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことができる。

【0016】分離膜は多孔性シート材の一面に透過性膜体が接合されてなる。それにより、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧でスパイラル型膜エレメントの分離膜の破損を生じることなく十分に逆流洗浄することが可能となる。

【0017】特に、透過性膜体が多孔性シート材の一面に投錨状態で接合されることが好ましい。これにより、多孔性シート材と透過性膜体との接合が強化され、分離膜の背圧強度が向上する。

【0018】特に、分離膜の背圧強度は0.2MPa以上であることが好ましい。これにより、高い背圧での逆流洗浄が可能となり、膜洗浄を十分に行うことによって長期間安定した膜分離処理を行うことができる。

【0019】特に、多孔性シート材は合成樹脂からなる織布、不織布、メッシュ状ネットまたは発泡焼結シートからなることが好ましい。

【0020】さらに、多孔性シート材は、厚みが0.08mm以上0.15mm以下でかつ密度が0.5g/cm³以上0.8g/cm³以下の不織布からなることが好ましい。

【0021】これにより、0.2MPa以上の背圧強度を得るとともに、補強シートとしての強度を確保しつつ、透過抵抗の増大および透過性膜体の剥離を防止することができる。

【0022】本発明に係るスパイラル型膜エレメントの運転方法は、有孔中空管の外周面に袋状の分離膜が巻回されてなるスパイラル型膜エレメントの運転方法において、洗浄時に、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から洗浄液を導入してスパイラル型膜エレメントの少なくとも一端部から洗浄液を排出させることにより0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄するものである。

【0023】本発明に係るスパイラル型膜エレメントの運転方法においては、洗浄時に、有孔中空管の少なくとも一方の開口端から導入された洗浄液が有孔中空管の外周面から袋状の分離膜の内部に導出され、その分離膜を濾過時と逆方向に透過する。それにより、分離膜が逆流洗浄され、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離される。

【0024】この場合、0.05MPaよりも高く0.3MPa以下の背圧で分離膜を逆流洗浄することにより、短時間に必要量の洗浄液を流すことができる。それにより、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することができる。その結果、長期間にわたって高い透過流束を維持しつつ安定した濾過運転を行うことができる。

【0025】濾過時にスパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を供給し、洗浄時に濾過時の原液供給方向と同方向にスパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を流してもよい。

【0026】この場合、洗浄時に、分離膜から剥離した汚染物質が、濾過時の原液供給方向と同方向に流される原液によりスパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ押し流され、洗浄液とともにスパイラル型膜エレメントの他端部から排出される。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が再び分離膜に付着することが防止される。

【0027】このように、洗浄時に濾過時と同方向に原液を流すことにより分離膜から剥離した汚染物質を速やかに系外に排出することが可能となる。

【0028】濾過時にスパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を供給し、洗浄時に濾過時の原液供給方向と逆方向にスパイラル型膜エレメントの他端部から一端部へ原液を流してもよい。

【0029】この場合、洗浄時に、分離膜から剥離した汚染物質が、濾過時の原液供給方向と逆方向に流される原液によりスパイラル型膜エレメントの他端部から一端部へ押し流され、洗浄液とともにスパイラル型膜エレメントの一端部から排出される。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が再び分離膜に付着することが防止さ

れる。

【0030】このように、洗浄時に濾過時と逆方向に原液を流すことにより特にスパイラル型膜エレメントの一端部の近くに堆積した汚染物質をスパイラル型膜エレメントから容易に除去して排出することができる。

【0031】濾過時にスパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を供給し、洗浄後に濾過時の原液供給方向と同方向にスパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を流してもよい。

【0032】この場合、洗浄時に分離膜から剥離した汚染物質が、洗浄後に、濾過時の原液供給方向と同方向に流される原液によりスパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ押し流され、スパイラル型膜エレメントの内部に残存する洗浄液とともにスパイラル型膜エレメントの他端部から排出される。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が再び分離膜に付着することが防止される。

【0033】このように、洗浄後に濾過時と同方向に原液を流すことにより分離膜から剥離した汚染物質を系外に速やかに排出することが可能となる。

【0034】濾過時にスパイラル型膜エレメントの一端部から他端部へ原液を供給し、洗浄後に濾過時の原液供給方向と逆方向にスパイラル型膜エレメントの他端部から一端部へ原液を流してもよい。

【0035】この場合、洗浄時に分離膜から剥離した汚染物質が、洗浄後に、濾過時の原液供給方向と逆方向に流される原液によりスパイラル型膜エレメントの他端部から一端部へ押し流され、スパイラル型膜エレメントの内部に残存する洗浄液とともにスパイラル型膜エレメントの一端部から排出される。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が再び分離膜に付着することが防止される。

【0036】このように、洗浄後に濾過時と逆方向に原液を流すことにより特にスパイラル型膜エレメントの一端部の近くに堆積した汚染物質をスパイラル型膜エレメントから容易に除去して排出することができる。

【0037】

【発明の実施の形態】図1は本発明に係るスパイラル型膜エレメントの一例を示す一部切り欠き斜視図である。

【0038】図1のスパイラル型膜エレメント1は、合成樹脂のネットからなる透過水スペーサ3の両面に分離膜2を重ね合わせて3辺を接着することにより封筒状膜（袋状膜）4を形成し、その封筒状膜4の開口部を集水管5に取り付け、合成樹脂のネットからなる原水スペーサ6とともに集水管5の外周面にスパイラル状に巻回することにより構成される。スパイラル型膜エレメント1の外周面は外装材で被覆される。

【0039】このスパイラル型膜エレメント1においては、後述する構造を有する分離膜2を用いることにより、0.05～0.3MPaの背圧で逆流洗浄を行うこ

とが可能となる。

【0040】濾過時には、原水7はスパイラル型膜エレメント1の一方の端面側から供給される。この原水7は、原水スペーサ6に沿って集水管5と平行な方向に直線状に流れ、スパイラル型膜エレメント1の他方の端面側から濃縮水9として排出される。原水7が原水スペーサ6に沿って流れる過程で、原水側と透過水側の圧力差によって原水7の一部が分離膜2を透過し、透過水8が透過水スペーサ3に沿って集水管5の内部に流れ込み、集水管5の端部から排出される。

【0041】図2は本発明の第1の実施例によるスパイラル型膜エレメントの運転方法を示す断面図であり、(a)は濾過時の運転方法を示し、(b)は逆流洗浄時の運転方法を示す。

【0042】図2に示すように、圧力容器（耐圧容器）10は、筒形ケース11および1対の端板12a、12bにより構成される。一方の端板12aには原水入口13が形成され、他方の端板12bには濃縮水出口15が形成されている。また、他方の端板12bの中央部には透過水出口14が設けられている。なお、圧力容器の構造は、図2の構造に限定されず、筒形ケースに原水入口および濃縮水出口が設けられたサイドエントリ形状の圧力容器を用いてもよい。

【0043】外周面の一端部近傍にパッキン17が取り付けられたスパイラル型膜エレメント1を筒形ケース11内に装填し、筒形ケース11の両方の開口端をそれぞれ端板12a、12bで封止する。集水管5の一方の開口端は端板12bの透過水出口14に嵌合され、他方の開口端にはエンドキャップ16が装着される。圧力容器10の内部空間は、パッキン17により第1の液室18と第2の液室19とに分離される。このようにして、圧力容器10内にスパイラル型膜エレメント1が収納されてなるスパイラル型膜モジュールが構成される。

【0044】濾過時には、図2(a)に示すように、原水7を原水入口13から圧力容器10の第1の液室18に導入する。原水7はスパイラル型膜エレメント1の一端部から供給される。スパイラル型膜エレメント1の他端部から第2の液室19に濃縮水9が排出され、濃縮水出口15を通して圧力容器10の外部へ取り出される。また、集水管5の開口端から透過水8が排出され、透過水出口14を通して圧力容器10の外部へ取り出される。

【0045】この過程で、原水7中に含まれる懸濁物質、コロイド性物質または溶存性物質が汚染物質として分離膜の膜面に堆積する。

【0046】逆流洗浄時には、図2(b)に示すように、洗浄水21を透過水出口14を通して集水管5の端部から導入する。洗浄水21としては、例えば透過水を用いる。洗浄水21は、集水管5の外周面から分離膜の内部へ導出され、濾過時と逆方向に分離膜を透過する。

この際に、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離する。スパイラル型膜エレメント 1 の外周面は外装材で被覆されているので、分離膜を透過した洗浄水 21 は原水スペースに沿ってスパイラル型膜エレメント 1 の内部を軸方向に流れ、スパイラル型膜エレメント 1 の両端部から第 1 の液室 18 および第 2 の液室 19 に排出され、原水入口 13 および濃縮水出口 15 を通してそれぞれ外部へ取り出される。

【0047】原水入口 13 から取り出された洗浄水 21 は、全量が排水として系外へ排出される。もしくは、洗浄水 21 の一部を排水として系外へ排出し、一部を原水として再利用するために、例えば原水タンクのような原水の供給設備へ戻してもよい。

【0048】濃縮水出口 15 から取り出された洗浄水 21 は、全量が排水として系外へ排出される。もしくは、洗浄水 21 の一部を排水として系外へ排出し、一部を原水として再利用するために、例えば原水タンクのような原水の供給設備へ戻してもよい。

【0049】この場合、分離膜に 0.05~0.3 MPa の背圧が加わるように透過水出口 14 側の圧力、原水入口 13 側の圧力および濃縮水出口 15 側の圧力を設定する。それにより、短時間に必要量の洗浄水 21 を流すことができ、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することが可能となる。したがって、長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定した濾過運転を行うことができる。

【0050】なお、図 2 の例では、逆流洗浄時に、スパイラル型膜エレメント 1 の両端部から洗浄水 21 が排出され、それぞれ原水入口 13 および濃縮水出口 15 から外部に取り出されているが、洗浄水 21 がスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から第 1 の液室 18 に排出され、原水入口 13 から外部に取り出されるように透過水出口 14 側の圧力および原水入口 13 側の圧力を設定してもよい。この場合、濃縮水出口 15 は閉じられる。あるいは、洗浄水 21 がスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から第 2 の液室 19 に排出され、濃縮水出口 15 から外部に取り出されるように透過水出口 14 側の圧力および濃縮水出口 15 側の圧力を設定してもよい。この場合、原水入口 13 は閉じられる。

【0051】図 3 は本発明の第 2 の実施例によるスパイラル型膜エレメントの運転方法を示す断面図である。図 3 には逆流洗浄時の運転方法を示す。濾過時の運転方法は図 2 (a) に示した運転方法と同様である。

【0052】逆流洗浄時には、図 3 に示すように、洗浄水 21 を透過水出口 14 を通して集水管 5 の端部から導入する。集水管 5 の外周面から分離膜の内部へ導出された洗浄水 21 は、分離膜を透過する。この際に、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離する。

【0053】この場合、分離膜に 0.05~0.3 MPa の背圧が加わるように透過水出口 14 側の圧力、原水

入口 13 側の圧力および濃縮水出口 15 側の圧力を設定する。それにより、短時間に必要量の洗浄水 21 を流すことができ、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することが可能となる。

【0054】同時に、原水 31 を原水入口 13 から圧力容器 10 の第 1 の液室 18 に導入する。原水 31 はスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から供給され、スパイラル型膜エレメント 1 の内部を他端部へ向かって軸方向に流れる。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が原水 31 によりスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から他端部へ押し流され、洗浄水 21 とともにスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から第 2 の液室 19 に排出され、濃縮水出口 15 を通して圧力容器 10 の外部へ取り出される。

【0055】濃縮水出口 15 から取り出された洗浄水 21 は、全量が排水として系外へ排出される。もしくは、洗浄水 21 の一部を排水として系外へ排出し、一部を原水として再利用するために、例えば原水タンクのような原水の供給設備へ戻してもよい。

【0056】このように、逆流洗浄時に濾過時の原水の供給方向と同方向に原水 31 を流すことによりスパイラル型膜エレメント 1 内で分離膜から剥離した汚染物質を系外に速やかに排出することができる。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が再び分離膜に付着することが防止される。したがって、長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定した濾過運転を行うことができる。

【0057】図 4 は本発明の第 3 の実施例によるスパイラル型膜エレメントの運転方法を示す断面図である。図 4 には逆流洗浄時の運転方法を示す。濾過時の運転方法は図 2 (a) に示した運転方法と同様である。

【0058】逆流洗浄時には、図 4 に示すように、洗浄水 21 を透過水出口 14 を通して集水管 5 の端部から導入する。集水管 5 の外周面から分離膜の内部へ導出された洗浄水 21 は、分離膜を透過する。この際に、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離する。

【0059】この場合、分離膜に 0.05~0.3 MPa の背圧が加わるように透過水出口 14 側の圧力、原水入口 13 側の圧力および濃縮水出口 15 側の圧力を設定する。それにより、短時間に必要量の洗浄水 21 を流すことができ、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することが可能となる。

【0060】同時に、原水 41 を濃縮水出口 15 から圧力容器 10 の第 2 の液室 19 に導入する。原水 41 はスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から供給され、スパイラル型膜エレメント 1 の内部を一端部へ向かって軸方向に流れる。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が原水 41 によりスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から一端部へ押し流され、洗浄水 21 とともにスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から第 1 の液室 18 に排出

され、原水入口 13 から圧力容器 10 の外部へ取り出される。

【0061】原水入口 13 から取り出された洗浄水 21 は、全量が排水として系外へ排出される。もしくは、洗浄水 21 の一部を排水として系外へ排出し、一部を原水として再利用するために、例えば原水タンクのような原水の供給設備へ戻してもよい。

【0062】このように、逆流洗浄時に濾過時の原水の供給方向と逆方向に原水 41 を流すことによりスパイラル型膜エレメント 1 の第 1 の液室 18 に近い側に堆積した汚染物質を容易に除去して排出することが可能となる。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が再び分離膜に付着することが防止される。したがって、長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定した濾過運転を行うことができる。

【0063】なお、図 3 の運転方法および図 4 の運転方法を順に行ってもよい。それにより、スパイラル型膜エレメント 1 の全体に分布した汚染物質を均一に除去して排出することができる。

【0064】図 5 は本発明の第 4 の実施例によるスパイラル型膜エレメントの運転方法を示す断面図であり、

(a) は逆流洗浄時の運転方法を示し、(b) は逆流洗浄後の運転方法を示す。濾過時の運転方法は図 2 (a) に示した運転方法と同様である。

【0065】逆流洗浄時には、図 5 (a) に示すように、洗浄水 21 を透過水出口 14 を通して集水管 5 の端部から導入する。集水管 5 の外周面から分離膜の内部へ導出された洗浄水 21 は、分離膜を透過する。この際に、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離する。

【0066】この場合、分離膜に 0.05~0.3 MPa の背圧が加わるように透過水出口 14 側の圧力、原水入口 13 側の圧力および濃縮水出口 15 側の圧力を設定する。それにより、短時間に必要量の洗浄水 21 を流すことができ、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することが可能となる。洗浄水 21 はスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から第 2 の液室 19 に排出され、原水入口 13 および濃縮水出口 15 を通して圧力容器 10 の外部へ取り出される。

【0067】濃縮水出口 15 から取り出された洗浄水 21 は、全量が排水として系外へ排出される。もしくは、洗浄水 21 の一部を排水として系外へ排出し、一部を原水として再利用するために、例えば原水タンクのような原水の供給設備へ戻してもよい。

【0068】逆流洗浄後に、図 5 (b) に示すように、原水 51 を原水入口 13 から圧力容器 10 の第 1 の液室 18 に導入する。原水 51 はスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から供給され、スパイラル型膜エレメント 1 の内部を他端部へ向かって軸方向に流れる。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が原水 51 によりス

イラル型膜エレメント 1 の一端部から他端部へ押し流され、スパイラル型膜エレメント 1 の内部に残存する洗浄水とともにスパイラル型膜エレメント 1 の他端部から第 2 の液室 19 に排出され、濃縮水出口 15 を通して圧力容器 10 の外部へ取り出される。

【0069】濃縮水出口 15 から取り出された原水 51 は、全量が排水として系外へ排出される。もしくは、原水 51 の一部を排水として系外へ排出し、一部を原水として再利用するために、例えば原水タンクのような原水の供給設備へ戻してもよい。

【0070】このように、逆流洗浄後に濾過時の原水の供給方向と同方向に原水 51 を流すことによりスパイラル型膜エレメント 1 内で分離膜から剥離した汚染物質を系外に速やかに排出することができる。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が再び分離膜に付着することが防止される。したがって、長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定した濾過運転を行うことができる。

【0071】なお、逆流洗浄時に洗浄水 21 をスパイラル型膜エレメント 1 の一端部から第 1 の液室 18 に排出し、原水入口 13 を通して圧力容器 10 の外部へ取り出してもよく、あるいは、逆流洗浄時に洗浄水 21 をスパイラル型膜エレメントの一端部および他端部から第 1 の液室 18 および第 2 の液室 19 に排出し、それぞれ原水入口 13 および濃縮水出口 15 を通して圧力容器 10 の外部へ取り出してもよい。

【0072】図 6 は本発明の第 5 の実施例によるスパイラル型膜エレメントの運転方法を示す断面図であり、

(a) は逆流洗浄時の運転方法を示し、(b) は逆流洗浄後の運転方法を示す。濾過時の運転方法は図 2 (a) に示した運転方法と同様である。

【0073】逆流洗浄時には、図 6 (a) に示すように、洗浄水 21 を透過水出口 14 を通して集水管 5 の端部から導入する。集水管 5 の外周面から分離膜の内部へ導出された洗浄水 21 は分離膜を透過する。この際に、分離膜の膜面に堆積した汚染物質が分離膜から剥離する。

【0074】この場合、分離膜に 0.05~0.3 MPa の背圧が加わるように透過水出口 14 側の圧力、原水入口 13 側の圧力および濃縮水出口 15 側の圧力を設定する。それにより、短時間に必要量の洗浄水 21 を流すことができ、分離膜の膜面に堆積した汚染物質を効果的に除去することが可能となる。洗浄水 21 はスパイラル型膜エレメント 1 の一端部および他端部から第 1 の液室 18 および第 2 の液室 19 に排出され、それぞれ原水入口 13 および濃縮水出口 15 を通して圧力容器 10 の外部へ取り出される。

【0075】原水入口 13 から取り出された洗浄水 21 は、全量が排水として系外へ排出される。もしくは、洗浄水 21 の一部を排水として系外へ排出し、一部を原水

として再利用するために、例えば原水タンクのような原水の供給設備へ戻してもよい。

【0076】濃縮水出口15から取り出された洗浄水21は、全量が排水として系外へ排出される。もしくは、洗浄水21の一部を排水として系外へ排出し、一部を原水として再利用するために、例えば原水タンクのような原水の供給設備へ戻してもよい。

【0077】逆流洗浄後に、図6(b)に示すように、原水61を濃縮水出口15から圧力容器10の第2の液室19に導入する。原水61はスパイラル型膜エレメント1の他端部から供給され、スパイラル型膜エレメント1の内部を一端部へ向かって軸方向に流れる。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が原水61によりスパイラル型膜エレメント1の他端部から一端部へ押し流され、スパイラル型膜エレメント1の内部に残存する洗浄水とともにスパイラル型膜エレメント1の一端部から第2の液室19に排出され、原水入口13を通して圧力容器10の外部へ取り出される。

【0078】原水入口13から取り出された原水61は、全量が排水として系外へ排出される。もしくは、原水61の一部を排水として系外へ排出し、一部を原水として再利用するために、例えば原水タンクのような原水の供給設備へ戻してもよい。

【0079】このように、逆流洗浄後に濾過時の原水の供給方向と逆方向に原水61を流すことによりスパイラル型膜エレメント1の第1の液室18に近い側に堆積した汚染物質を容易に除去して排出することが可能となる。それにより、分離膜から剥離した汚染物質が再び分離膜に付着することが防止される。したがって、長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定した濾過運転を行うことができる。

【0080】なお、逆流洗浄時に洗浄水21をスパイラル型膜エレメント1の一端部から第1の液室18へ排出し、原水入口13を通して圧力容器10の外部へ取り出してもよく、あるいは逆流洗浄時に洗浄水21をスパイラル型膜エレメント1の他端部から第2の液室19へ排出し、濃縮水出口15を通して圧力容器10の外部へ取り出してもよい。

【0081】図5(a)または図6(a)の逆流洗浄後に、図5(b)の運転方法および図6(b)の運転方法を順に行ってもよい。それにより、スパイラル型膜エレメント1の全体に分布した汚染物質を均一に除去して排出することができる。

【0082】図7は図1のスパイラル型膜エレメントに用いられる分離膜の断面図である。分離膜2は、多孔性補強シート(多孔性シート材)2aの表面に実質的な分離機能を有する透過性膜体2bが密着一体化されて形成されている。

【0083】透過性膜体2bは、1種類のポリスルホン系樹脂、あるいは2種類以上のポリスルホン系樹脂の混

合物、さらにはポリスルホン系樹脂とポリイミド、フッ素含有ポリイミド樹脂等のポリマーとの共重合体、もしくは混合物から形成される。

【0084】多孔性補強シート2aは、ポリエステル、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリアミド等を素材とする織布、不織布、メッシュ状ネット、発泡焼結シート等から形成されており、製膜性およびコストの面から不織布が好ましい。

【0085】多孔性補強シート2aおよび透過性膜体2bは、透過性膜体2bを構成する樹脂成分の一部が多孔性補強シート2aの孔の内部に充填された投錨状態で接合されている。

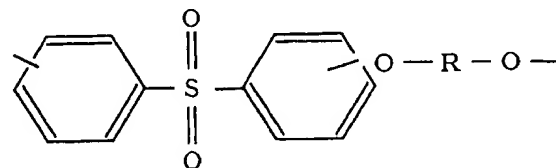
【0086】多孔性補強シート2aに裏打ちされた分離膜2の背圧強度は、0.2MPaを超え、0.4~0.5MPa程度に向上した。なお、背圧強度の規定方法については後述する。

【0087】多孔性補強シート2aとして不織布を用いて背圧強度を0.2MPa以上得るためには、不織布の厚みが0.08~0.15mmであり、かつ密度が0.5~0.8g/cm³であることが好ましい。厚みが0.08mmより薄い場合または密度が0.5g/cm³より小さい場合には、補強シートとしての強度が得られず、分離膜2の背圧強度を0.2MPa以上確保することが困難である。一方、厚みが0.15mmより厚くあるいは密度が0.8g/cm³より大きい場合には、多孔性補強シート2aの濾過抵抗が大きくなったり、不織布(多孔性補強シート2a)への投錨効果が小さくなって透過性膜体2bと不織布との界面で剥離が起こりやすくなる。

【0088】次に、上記の分離膜2の製造方法について説明する。まず、ポリスルホンに溶媒、非溶媒および膨潤剤を加えて加熱溶解し、均一な製膜溶液を調製する。ここで、ポリスルホン系樹脂は、下記の構造式(化1)に示すように、分子構造内に少なくとも1つの(-SO₂-)部位を有するものであれば特に限定されない。

【0089】

【化1】



【0090】ただし、Rは2価の芳香族、脂環族もしくは脂肪族炭化水素基、またはこれらの炭化水素基が2価の有機結合基で結合された2価の有機基を示す。

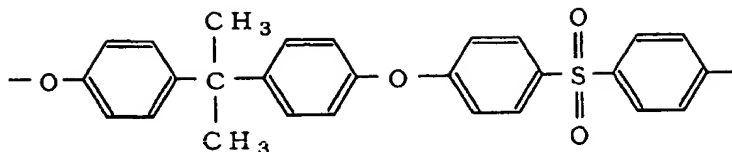
【0091】好ましくは、下記の構造式(化2)~(化4)で示されるポリスルホンが用いられる。

【0092】

【化2】

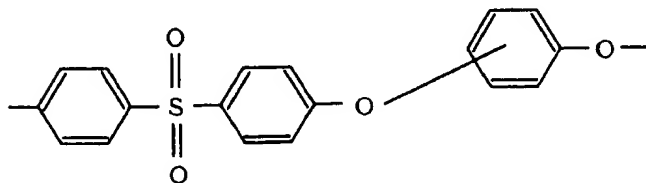
13

14



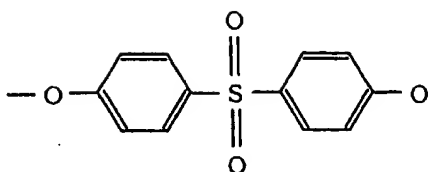
【0093】

* * 【化3】



【0094】

【化4】



【0095】また、ポリスルホンの溶媒としては、N-メチル-2-ピロリドン、ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド等を用いることが好ましい。さらに、非溶媒としては、エチレングリコール、ジエチレングリコール、プロピレングリコール、ポリエチレングリコール、グリセリン等の脂肪族多価アルコール、メタノール、エタノール、イソプロピルアルコール等の低級脂肪族アルコール、メチルエチルケトン等の低級脂肪族ケトンなどを用いることが好ましい。

【0096】溶媒と非溶媒の混合溶媒中の非溶媒の含有量は、得られる混合溶媒が均一である限り特に制限されないが、通常5～50重量%、好ましくは20～45重量%である。

【0097】多孔質構造の形成を促進し、または制御するために用いられる膨潤剤としては、塩化リチウム、塩化ナトリウム、硝酸リチウム等の金属塩、ポリエチレングリコール、ポリビニルアルコール、ポリビニルピロリドン、ポリアクリル酸等の水溶性高分子またはその金属塩、ホルムアミド等が用いられる。混合溶媒中の膨潤剤の含有量は、製膜溶液が均一である限り特に制限されないが、通常1～50重量%である。

【0098】製膜溶液中のポリスルホンの濃度は、通常10～30重量%が好ましい。30重量%を超えときは、得られる多孔質分離膜の透水性が実用性に乏しくなり、10重量%より少ないときは、得られる多孔質分離膜の機械的強度が乏しくなり、充分な背圧強度を得ることができない。

【0099】次に、上記の製膜溶液を不織布支持体上に製膜する。すなわち、連続製膜装置を使用し、不織布等

の支持体シートを順次送り出し、その表面に製膜溶液を塗布する。塗布方法としてはナイフコートやロールコート等のギャップコートを用いて製膜溶液を不織布支持体上に塗布する。例えば、ロールコートを使用する場合は、2本のロールの間に製膜溶液を溜め、不織布支持体上に製膜溶液を塗布すると同時に不織布の内部に充分含浸させ、その後低湿度雰囲気を通して、雰囲気中の微量水分を不織布上に塗布した液膜表面に吸収させ、液膜の表面層にミクロ相分離を起こさせる。その後、凝固水槽に浸漬し、液膜全体を相分離および凝固させ、さらに水洗槽で溶媒を洗浄除去する。これにより、分離膜2が形成される。

【0100】このように、上記の分離膜2は背圧強度が高いため、図1のスパイラル型膜エレメント1に用いた場合に0.05～0.3MPaの背圧で逆流洗浄を行っても分離膜2の破損が生じることが防止される。

【0101】

【実施例】分離膜2として背圧強度が0.3MPaの限外濾過膜を用いてスパイラル型限外濾過膜エレメントを作製し、工業用水を原水として供給し、連続通水濾過試験を行った。この濾過試験では、初期の濾過速度を1m³/m²/日に設定して定量運転を行い、背圧0.2MPaで逆流洗浄を20分に1回の割合で30秒間ずつ行った。ここでは、上記の第1の実施例の運転方法を行った。

【0102】比較のために、分離膜として背圧強度が0.05MPaの限外濾過膜を用いて比較例のスパイラル型限外濾過膜エレメントを作製し、工業用水を原水として供給し、連続通水濾過試験を行った。この濾過試験では、初期の濾過速度を1m³/m²/日に設定して定量運転を行い、背圧0.05MPaで逆流洗浄を20分に1回の割合で30秒間ずつ行った。

【0103】実施例のスパイラル型限外濾過膜エレメントに用いた限外濾過膜は以下のようにして作製した。なお、比較例のスパイラル型限外濾過膜エレメントには、従来の限外濾過膜（日東電工株式会社製NTU-3150）を用いた。

【0104】まず、ポリスルホン（アモコ社製、P-3

500)を16.5重量部、N-メチル-2ピロリドン
を58重量部、ジエチレングリコールを24.5重量
部、およびホルムアミドを1重量部で加熱溶解し、均一
な製膜溶液を得た。そして、コータギャップを0.13
mmに調整したロールコータを用いて厚み0.1mm、
密度0.8g/cm³のポリエステル製不織布の表面に
製膜溶液を含浸塗布した。

【0105】その後、相対湿度が25%、温度が30℃
の雰囲気（低湿度雰囲気）中を所定の速度で通過させ、
マイクロ相分離を生じさせた後、35℃の凝固水槽中に浸
漬して脱溶媒および凝固させ、しかる後、水洗槽で残存*

*溶媒を洗浄除去することにより分離膜を得た。ここで、
実施例の分離膜はマイクロ相分離時間（低湿度雰囲気を通
過する時間）が4.5秒である。

【0106】実施例のスパイラル型限外濾過膜エレメン
トに用いた限外濾過膜および比較例のスパイラル型限外
濾過膜エレメントに用いた限外濾過膜について走査型電
子顕微鏡により観察される膜表面の平均孔径、透水量、
平均分子量100万のポリエチレンオキサイドの阻止率
および背圧強度を測定した。その結果を表1に示す。

【0107】

【表1】

	マイクロ相 分離時間 (sec)	表面の 平均孔径 (μm)	背 圧 強 度 (MPa)	透水量 (l/m ² ・hr)	阻止率 (%)
実施例	4.5	0.02	0.3	1700	99
比較例	1	<0.01	0.05	500	100

【0108】ここで、ポリエチレンオキサイドの阻止率
は、濃度500ppmのポリエチレンオキサイド溶液を
圧力1kgf/cm²にて透過させ、原液および透過液
の濃度から下式により求めた。

【0109】阻止率(%) = [1 - (透過液濃度/原液
濃度)] × 100

また、背圧強度は、直径47mmの膜を背圧強度ホルダ
(有効直径23mm)にセットし、多孔性補強シート2
a側より水压を徐々に加え、透過性膜体2bが多孔性補
強シート2aから剥離するか、または透過性膜体2bと
多孔性補強シート2aとが同時に破裂するときの圧力で
規定される。

【0110】表1に示すように、実施例のスパイラル型
限外濾過膜エレメントに用いた限外濾過膜は、表面の平
均孔径が0.02μmであり、ポリエチレンオキサイド
の阻止率が90%以上と優れた分離性能を示した。さら
に、背圧強度も0.2MPa以上であり優れた機械的強
度を有していた。

【0111】また、電子顕微鏡(SEM)により膜の断
面を観察したところ、実施例の分離膜は表面から膜厚方
向に向かって連続的に孔径が拡大する非対称構造を有し
ていた。しかも、不織布の空隙に製膜溶液が含浸し、そ
の一部は不織布の裏面まで到達し、膜(透過性膜体)が
不織布と一体となった投錨状態で接合されていた。

【0112】一方、比較例のスパイラル型限外濾過膜エ
レメントに用いた限外濾過膜は、表面に不連続な緻密層
が形成され、膜内部には指状空洞が存在する典型的な限
外濾過膜の構造を有しており、実施例のスパイラル型限
外濾過膜エレメントに用いた分離膜とは異なる構造のも
のであった。

【0113】さらに、比較例のスパイラル型限外濾過膜
エレメントにおける分離膜は、最小孔径層が透過性膜体
と不織布の界面付近に存在し、しかも界面には空洞が形
成されていた。この空洞は、マイクロ相分離が不織布の界
面付近まで起こったために凝固時に収縮により生じたも
のと考えられ、このために背圧強度が低くなったものと
推定される。

【0114】さらに、実施例のスパイラル型限外濾過膜
エレメントにおける分離膜を背圧強度測定用のホルダに
セットし、0.2MPaの背圧を付加した状態と無付加
の状態を6秒サイクルで繰り返す背圧疲労テストを行っ
た。その結果、10万回のテスト後においても実施例の
スパイラル型限外濾過膜エレメントにおける分離膜には
剥離が全く生じなかった。

【0115】図8は実施例のスパイラル型限外濾過膜エ
レメントを用いた連続通水濾過試験における濾過速度の
経時変化を示す図である。図9は実施例のスパイラル型
限外濾過膜エレメントを用いた連続通水濾過試験におけ
る濁度の経時変化を示す図である。図8の横軸は運転日
数であり、縦軸は濾過速度(透過流束)である。図9の
横軸は運転日数であり、縦軸は濁度である。

【0116】図8および図9に示すように、運転開始か
ら100日経過後も、運転開始時と同等の濾過速度およ
び濾過水質を得ることができた。このことは、0.2M
Paの背圧での逆流洗浄により十分な洗浄水の流量を確
保することができ、濾過時間内に膜面に堆積した汚染物
質を系外へ十分に排出できたためであると考えられる。

【0117】図10は比較例のスパイラル型限外濾過膜
エレメントを用いた連続通水濾過試験における濾過速度
の経時変化を示す図である。図10の横軸は濾過時間で

あり、縦軸は濾過速度である。

【0118】図10に示すように、経時的に濾過速度の低下が生じた。運転開始から20時間経過後には運転開始時の50%まで濾過速度の低下が生じた。安定な濾過運転が困難であった。このことは、比較例のスパイラル型限外濾過膜エレメントでは0.05MPaの背圧で逆流洗浄を行っているため、膜面に堆積した汚染物質を系外へ排出するだけの洗浄水の流量が確保できないためであると考えられる。

【0119】このように、本発明に係るスパイラル型膜エレメントおよびその運転方法によると、長期間にわたって透過流束の低下を生じることなく安定した濾過運転を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るスパイラル型膜エレメントの一例を示す一部切欠斜視図である。

【図2】本発明の第1の実施例によるスパイラル型膜エレメントの運転方法を示す断面図である。

【図3】本発明の第2の実施例によるスパイラル型膜エレメントの運転方法を示す断面図である。

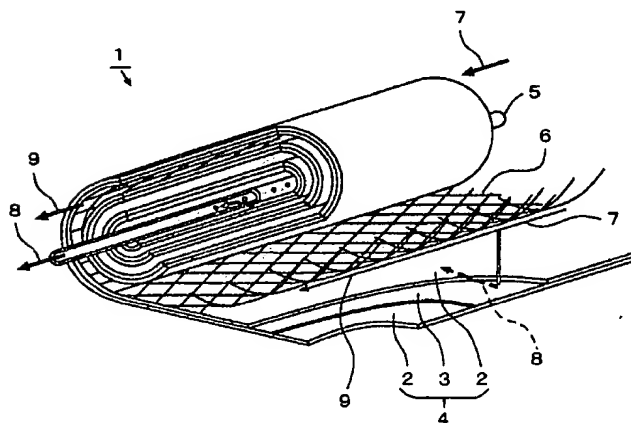
【図4】本発明の第3の実施例によるスパイラル型膜エレメントの運転方法を示す断面図である。

【図5】本発明の第4の実施例によるスパイラル型膜エレメントの運転方法を示す断面図である。

【図6】本発明の第5の実施例によるスパイラル型膜エレメントの運転方法を示す断面図である。

【図7】図1のスパイラル型膜エレメントが用いられる

【図1】



分離膜の断面図である。

【図8】実施例のスパイラル型限外濾過膜エレメントを用いた連続通水濾過試験における濾過速度の経時変化を示す図である。

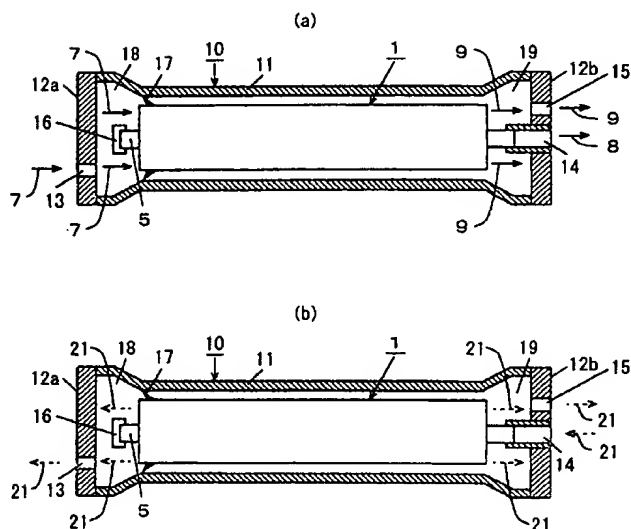
【図9】実施例のスパイラル型限外濾過膜エレメントを用いた連続通水濾過試験における濁度の経時変化を示す図である。

【図10】比較例のスパイラル型限外濾過膜エレメントを用いた連続通水濾過試験における濾過速度の経時変化を示す図である。

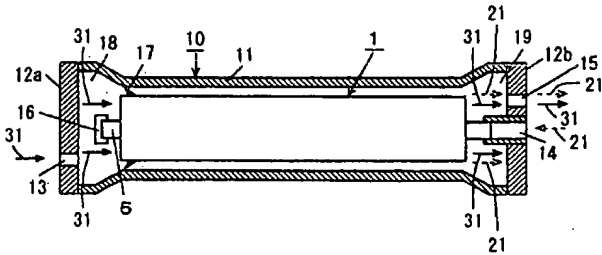
【符号の説明】

- 1 スパイラル型膜エレメント
- 2 分離膜
- 3 透過水スペース
- 4 封筒状膜
- 5 集水管
- 6 原水スペース
- 7 原水
- 8 透過水
- 9 濃縮水
- 10 圧力容器
- 13 原水入口
- 14 透過水出口
- 15 濃縮水出口
- 21 洗浄水
- 31, 41, 51, 61 原水

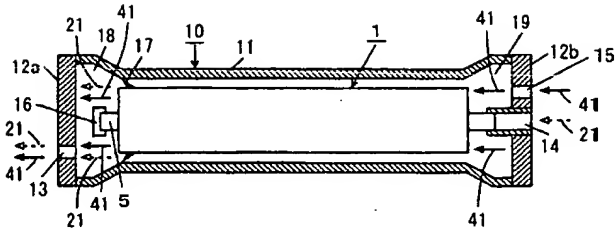
【図2】



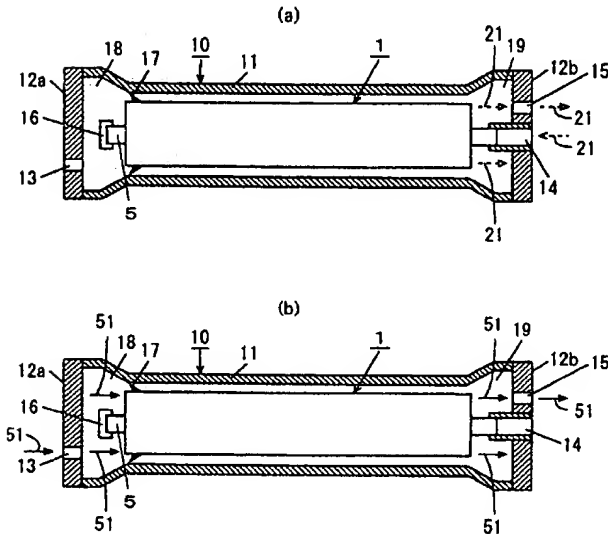
【図 3】



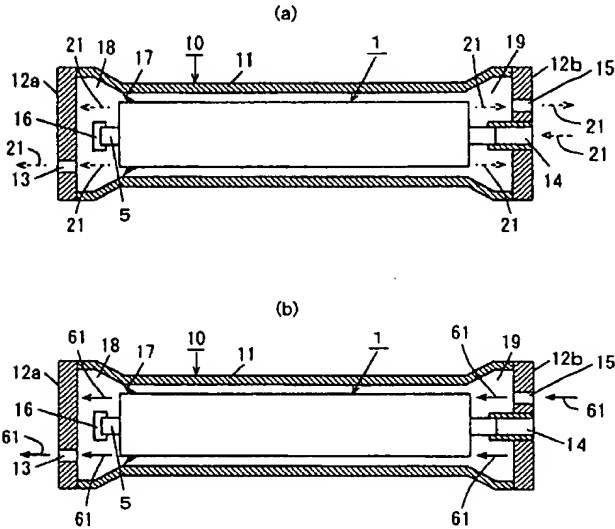
【図 4】



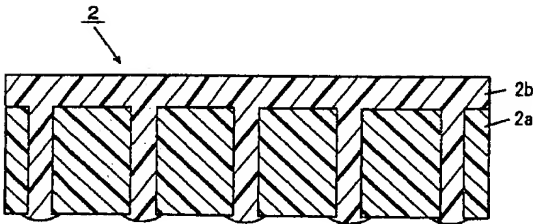
【図 5】



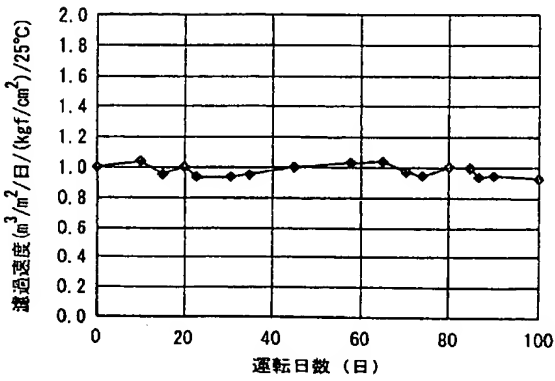
【図 6】



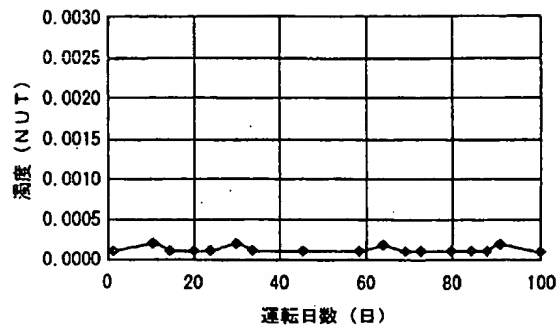
【図 7】



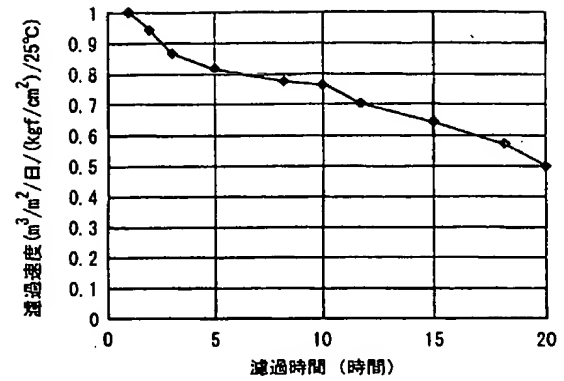
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

Fターム(参考) 4D006 GA03 GA06 GA07 HA61 KA63
 KC02 KC03 KC12 KC13 KE05P
 KE06R KE07P KE08P KE13P
 KE24Q KE28Q MA03 MA06
 MA22 MA25 MA31 MA40 MB02
 MB06 MB16 MC22 MC23 MC48X
 MC54 MC58 MC62X MC83
 NA05 NA13 NA14 NA46 PA01
 PB02 PB08